

Review

SENYAWA FUNGSIONAL DARI IKAN: APLIKASINYA DALAM PANGAN

E. Susanto, A. S. Fahmi

ABSTRAK Ikan kaya akan senyawa-senyawa fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Senyawa fungsional dari ikan yang telah dimanfaatkan dalam produk pangan fungsional antara lain ω -3 PUFA, protein dan peptida, vitamin, mineral, karotenoid dan taurin. Pada review ini menjelaskan secara detail senyawa fungsional dari ikan, aktivitas senyawa fungsional, penggunaannya sebagai bahan pada produk pangan fungsional serta tren pengembangannya di masa depan.

Kata kunci: ikan, senyawa fungsional, pangan fungsional

PENDAHULUAN

Laut kaya akan sumberdaya biotik dan abiotik. Sumber daya biotik di lautan lebih banyak daripada di daratan karena luas lautan yang mencapai 70% dari luas bumi (Venugopal, 2010). Lingkungan lautan dikenal kaya akan keanekaragaman sumberdaya hayati yang mempunyai potensi yang besar untuk aplikasi bioteknologi, obat-obatan dan pangan (Larsen *et al.*, 2011; Venugopal, 2010). Menurut data FAO tahun 2008, pada tahun 2006 sekitar 110 juta ton ikan baik dari laut maupun budidaya masuk di pasaran dunia dan dikonsumsi oleh 2,9 miliar orang dengan *animal protein intake* sedikitnya 15 %. Hal tersebut menunjukkan potensi yang besar dari ikan sebagai sumber protein hewani.

Diperkirakan saat ini jumlah organisme yang hidup di lautan mencapai 13.000 spesies ikan, 50.000 spesies moluska dan 1.000 spesies chephalopoda (Venugopal, 2010). Organisme lautan termasuk ikan dan invertebrata laut mengandung senyawa nutrisi dan fungsional yang baik untuk kesehatan (Larsen *et al.*, 2011). Senyawa-senyawa tersebut antara lain protein, lemak, vitamin, mineral, karotenoid, omega-3, taurine, dll (Soccol and Oetterer, 2003; Venugopal, 2010; Kadam and Prabhasankar, 2010; Larsen *et al.*, 2011). Senyawa fungsional pada ikan banyak dimanfaatkan dalam pangan fungsional dalam bentuk makanan dan minuman.

Pangan fungsional merupakan makanan yang bermanfaat bagi kesehatan di luar nutrisi dasar atau bermanfaat bagi kesehatan di luar zat gizi yang tersedia (de Roos, 2004). Shahidi (2009) menambahkan definisi pangan fungsional menurut Health Canada adalah produk yang menyerupai makanan tradisional tetapi bermanfaat bagi kesehatan. Pangan fungsional yang diperkaya dengan vitamin, serat, dan asam lemak atau makanan yang didesain rendah Na dan lemak, dapat dimanfaatkan oleh konsumen untuk meningkatkan status gizi mereka (de Roos, 2004).

Ikan kaya akan gizi utamanya protein, mineral dan lemak, serta penghasil terbesar asam lemak ω -3 (PUFA) khususnya, eicosapentaenoic (EPA) dan docosahexaenoic (DHA), yang bermanfaat bagi kesehatan

(Soccol and Oetterer, 2003). Menkonsumsi *seafood* dapat mencegah timbulnya berbagai penyakit di banyak negara industri. Penelitian menunjukkan bahwa makanan dari laut membawa nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan (Larsen *et al.*, 2011). Saat ini, beberapa senyawa fungsional dari ikan telah banyak dimanfaatkan dalam pangan fungsional antara lain ω -3 (PUFA), Ca dari tulang ikan, karotenoid, dan vitamin D.

Pada review ini akan difokuskan pada jenis dan sumber senyawa fungsional dari ikan, manfaat senyawa-senyawa tersebut, aplikasinya pada produk pangan dan tren pemanfaatan senyawa fungsional dari ikan. Senyawa fungsional dari ikan yang dibahas antara lain ω -3 (PUFA), protein dan peptida dari ikan, taurine, vitamin A dan D, mineral (Ca, Se), dan karotenoid.

IKAN DAN KESEHATAN

Banyak manusia mulai sadar bahwa ada hubungan antara makanan dan kesehatan. Manusia telah mengetahui bahwa ikan merupakan hewan yang mempunyai nutrisi tinggi dan dikenal sebagai sumber protein, lemak dengan omega-3 yang bermanfaat untuk menurunkan resiko cardiovascular disease (CvD), mineral, dll (Kadam and Prabhasankar, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi ikan dapat melindungi manusia dari penyakit yang disebabkan karena perubahan gaya hidup di banyak negara industri di dunia (Larsen *et al.*, 2011).

Ikan diketahui sangat bermanfaat bagi ibu-ibu hamil, bayi dalam kandungan dan bayi. Makan ikan 2-3 kali dalam seminggu dapat menjaga kesehatan anak-anak dan wanita serta keluarga secara keseluruhan. Ikan memberi kontribusi terhadap 180 kkal per orang per hari bagi energi dalam makanan (Venugopal, 2010).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa dengan mengkonsumsi ikan bermanfaat bagi kesehatan dan penurunan resiko penyakit jantung koroner, diabetes, kesehatan anak, ibu hamil, artritis, kanker, dll (Larsen *et al.*, 2011; Patel *et al.*, 2009; Rosell *et al.*, 2009; Szymanski *et al.*, 2010).

Konsumsi ikan 1 – 2 kali perminggu, khususnya ikan yang mengandung EPA dan DHA yang tinggi dapat mereduksi resiko penyakit jantung hingga 36 % (de Liris *et al.*, 2009). Data dari European Prospective Investigation of

Dikirim 4/5/2012, diterima 10/10/2012. Penulis adalah dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. Kontak langsung melalui email: eco_z13@yahoo.com.

Cancer (EPIC) menunjukkan bahwa orang-orang Inggris yang mengonsumsi ikan berdagang putih dan *oily fish* dapat mereduksi resiko penyakit diabetes (Patel *et al.*, 2009).

Peningkatan konsumsi EPA dan DHA juga dapat mereduksi dan mencegah beberapa penyakit antara lain arthritis, inflamasi, kanker, dan kondisi psikologis (Larsen *et al.*, 2011).

SENYAWA FUNGSIONAL DARI IKAN

Seperti dijelaskan di atas ikan mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan antara lain protein, lemak dengan omega 3, vitamin, mineral, taurine dsb. Protein yang mengandung asam amino mempunyai daya cerna yang tinggi dan berkualitas tinggi, peptida dari organ pencernaan ikan bermanfaat bagi kesehatan, demikian juga vitamin dan mineral (Larsen *et al.*, 2011). Sumber, mekanisme serta aktivitas senyawa-senyawa tersebut akan dijelaskan pada bagian dibawah ini.

Tabel 1. Rekomendasi konsumsi PUFA bagi ibu hamil dan menyusui

PUFA	Rekomendasi makan tiap hari (g/hari)
Linoleic acid	6,67
Linolenic acid	2,22
Eicosapentaenoic acid	0,22
Docosahexaenoic acid	0,30

Source: Benisek *et al.* (2000) dalam Soccol and Oetterer (2003)

Tabel 2. Prosentase jumlah ω -3 pada ikan (g/ 100g)

≤ 0.5	0,6 – 1.0	≥ 1.0
Cod Atlantik	Makerel Atlantik	Ikan teri
Atlantic pollock	Channel catfish	Herring Atlantik
Ikan manyung	Indian makerel	Salmon Atlantik
Haddock	Kakap merah	Tuna sirip biru
Oil sardine	Silver hake	Makerel pasifik
Cod Pasifik	Spiny dogfish	Herring pasifik
Halibut Pacific	Ikan cucut pedang	Pink salmon
Rockfish	Torbot	Rainbow trout
Ikan cakalang	Tuna Trout	
Sole		
Yellow perch		

Sumber: Venugopal and Shahidi, 1996 dalam Venugopal, 2010.

Tabel 3. Asam lemak ω -3 (EPA dan DHA) pada beberapa minyak ikan

Jenis minyak ikan	Asam lemak ω -3
Minyak ikan sardine	10 – 20 % EPA
Minyak ikan tuna	5 – 6 % EPA
Minyak ikan Hiu	10 – 15 % EPA
Minyak ikan belut	8 – 12 EPA
Minyak ikan Mackerel	10 – 15 % EPA
Minyak ikan telur salmon	15 – 30 % EPA
Minyak ikan Bonito	8 – 12 % DHA
Minyak ikan Herring	14,6 % EPA + DHA
Minyak ikan Hiu	20,6 % EPA + DHA
Minyak ikan salmon	21,4 % EPA + DHA
Minyak hati ikan Cod	10 % EPA + DHA

Sumber: Belda & Purchet-Campos (1991) dan park *et al.*, (1997) dalam Soccol and Oetterer, 2003

Asam lemak Omega-3 (ω -3 (PUFA))

Ikan dikenal sebagai penghasil asam lemak ω -3 (Tabel 2.). Asam lemak ω -3 terutama EPA dan DHA banyak ditemukan pada ikan yang berlemak antara lain ikan herring, makerel, sardin dan salmon (Gunstone 1996 dalam Sijtsma, 2004.). daging ikan-ikan tersebut biasanya mengandung lemak yang tinggi. Komposisi asam lemak dari ikan, organisme laut pada umumnya rendah Saturated Fatty Acid (SFA). SFA mempunyai hubungan yang erat dengan timbulnya penyakit CvD. Senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan adalah n-3-PUFA, khususnya EPA dan DHA.

Sumber terbesar asam lemak ω -3/ n-3-PUFA ditemukan di ikan laut daripada hewan lainnya, selain ikan, tiram juga merupakan sumber ω -3. Ikan air tawar diketahui hanya sedikit mengandung ω -3. Jumlah asam lemak di ikan berkisar antara 8 hingga 12% EPA dan 10 hingga 20% DHA (Badolato *et al.*, 1994). Sementara ikan yang hidup di perairan Inggris (perairan sub tropis) lebih kaya akan kandungan PUFA dibandingkan dengan perairan iklim tropis, seperti Brasil (Wang *et al.*, 1990 in Soccol and Oetterer, 2003).

Selain terkandung dalam ikan, asam lemak ω -3 (EPA dan DHA) juga terkandung pada beberapa minyak ikan (Tabel 3.). Cara kerja asam lemak ω -3 pada tubuh manusia adalah sebagai berikut. Dalam tubuh manusia, asam lemak ω -3 dapat dikonversi menjadi jenis asam lemak ω -3 lainnya, tetapi asam lemak ω -3 tidak dapat dikonversi menjadi asam lemak ω -6 dan sebaliknya. Akan tetapi keberadaan sama lemak ω -3 pada organisme berpengaruh terhadap konsentrasi asam lemak ω -6 dan sebaliknya. Sebagai contoh, asam arakidonat, yang merupakan derivat dari asam linoleat ω -6, ditemukan pada jaringan lemak, dan konsentrasinya menurun seiring dengan dengan konsumsi EPA (20C:5 ω -3). Sama halnya, kemampuan manusia untuk mensintesis DHA (22C:6 ω -3) dapat dihambat oleh tingginya asam linoleat ω -6 (Soccol and Oetterer, 2003). Sintesis asam lemak secara organik dilakukan di dalam sel khususnya di extra-mitokondria oleh sejumlah enzim kompleks yang dipicu oleh acetyl-coenzyme-A (Belda and Pourchet-Campos, 1991). Keseimbangan rasio antara ω -6 dan ω -3 diperlukan agar terjadi keseimbangan fisiologi pada manusia.

Asam lemak ω -3 (n-3 LC PUFA) dikenal dapat mencegah timbulnya penyakit Cardiovascular (CvD). Mekanisme n-3 LC PUFA untuk mencegah CvD adalah sebagai berikut n-3 LC PUFA mereduksi jumlah triglyceride dengan cara memperendah hepatic triglyceride synthesis dan menurunkan triglyceride-rich very low-density lipoproteins (VLDLs) di dalam darah. Tingginya kadar triglyceride dalam plasma darah menandakan resiko akan penyakit jantung. Hipertensi merupakan efek lain dari penyakit jantung, tingginya n-3 LC PUFA dapat mengurangi tekanan darah tinggi, sehingga dapat menyebabkan fluiditas membran dan keseimbangan prostanooids yang mengontrol kondisi arteri kecil yang sempit dan arterioles (Jacobsen, 2004).

Efek lain dari konsumsi asam lemak ω -3, EPA and DHA, adalah sifat inflammatory dan yang menghambat produksi mediator seperti prostaglandin E2 dan leukotrine B4 dari leukosit dan aktivasi makrofage. Karena sifat ini, n-3 LC PUFA dapat membantu mencegah atau mereduksi gejala *rheumatoid arthritis* dan Crohn's disease (Jacobsen, 2004).

n-3 LC PUFA dalam minyak ikan mempunyai berbagai fungsi yang baik bagi kesehatan. Fungsi-fungsi tersebut antara lain mereduksi jumlah serum lemak dan menkonversinya ke dalam senyawa eicosanoids, yang berdampak langsung pada fisiologi and sistem vascular (Murphy, 1990), sistem kekebalan tubuh dan efek anti-inflamasi, khususnya pada penyakit asma, rematik dan penyakit *autoimmune* (Pigott and Tucker, 1987; Horrocks and Yeo, 1999; Simopoulos, 2002; Shapiro, 2003). Hasil penelitian Singer *et al.* (1985), menunjukkan bahwa EPA dan/ DHA dari ikan makerel efektif untuk mereduksi tekanan darah pada pasien di Jerman timur (Soccol and Oetterer, 2003). Selain itu, asam linoleat ω -6 dapat mereduksi tumbuhnya tumor dalam hubungannya sebagai antioksidan (Soccol and Oetterer, 2003).

Selain bermanfaat untuk menjaga kesehatan jantung, n-3 LC PUFA sangat penting bagi otak, retina and jaringan syaraf. Oleh karena itu otak and retina tergantung dari DHA suplai. DHA penting bagi pengembangan sistem syaraf bayi pada trimester ketiga pada saat wanita hamil, dan juga pada saat bayi dan anak-anak. Oleh karena itu, wanita hamil disarankan untuk meningkatkan asupan DHA dan susu formula yang mengandung DHA dalam jumlah yang mencukupi (Jacobsen, 2004).

Protein dan Peptida dari ikan

Ikan merupakan hewan laut yang kaya akan protein. Menurut Venugopal (2010), menyatakan bahwa jumlah kandungan protein pada daging ikan mencapai 17-22%, dengan rata-rata 19%, sementara tuna yang dimasak mengandung protein sebesar 30%. Fungsi protein tersebut antara lain digunakan sebagai pembangun struktur utama dalam sel, enzim dalam membran, hormon dan alat pembawa. Dilihat dari sisi nutrisi, protein merupakan sumber energi dan asam amino, yang penting untuk pertumbuhan dan perbaikan sel.

Selama ini ikan dikenal sebagai sumber protein yang murah. Protein dari ikan merupakan sumber yang bagus dari sisi fungsional dan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi manusia. Sifat fungsional protein didefinisikan sebagai karakteristik fisiko-kimia dan perhitungan perubahan dalam sistem makanan selama persiapan, proses, penyimpanan, dan konsumsi (Venugopal, 2010).

Selain sebagai sumber protein, ikan merupakan sumber bioaktif peptida. Senyawa bioaktif peptida banyak ditemukan pada daging ikan dari berbagai macam spesies (Kadam and Prabhasankar, 2010). Venugopal (2010), menambahkan bahwa limbah pengolahan ikan dan ikan ekonomis rendah merupakan sumber terbaik senyawa bioaktif peptida. Sumber terbaik peptida pada ikan laut terdapat pada ikan sardin (*Sardina pilchardus*) yang mengandung fraksi lipipeptic dan peptidic. Selain itu protein

hydrolyzate dari ikan sardin masak yang diproduksi dengan enzim proteinase dan alkalase.

Tabel 4. Jenis sifat fungsional dari struktur protein ikan

Sifat fungsional	Cara aksi
Daya larut protein	Solvasi
Penyerapan dan pengikatan air	Menangkap air melalui pengikatan hidrogen
Viskositas	Mengentalkan
Gelasi Protein	Formasi matrik
Kohesi – adesi	Adesi
Elastisitas	Ikatan disulfida
Emulsifier	Susunan emulsi lemak
Pengikat lemak	Ikatan dan penangkapan hidrofilik
Pengikat rasa	Penyerapan, penangkapan, penyebaran
Busa	Penangkapan udara dan frormasi lapisan tipis

Sumber: Venugopal, (2010)

Tabel 5. Antiosidatif peptida dari organisme laut

Asam amino	Sumber	Referensi
Val-Lys-Ala-Gly-Phe-Ala-Trp-Ala-Asn-Glu-Glu-Leu-Ser	Tuna	Je, <i>et al.</i> , 2007
Leu-Gly-Leu-Asn-Gly-Asp-Asp-Val-Asn	Conger eel	Ranathunga <i>et al.</i> , 2006
Arg-Pro-Asp-Phe-Pro-Leu-Glu-Pro-Pro-Tyr	Ikan lidah kuning	Jun <i>et al.</i> , 2004

Sumber: Ngo *et al.*, 2011

Tabel 6. Senyawa bioaktif peptida dari laut dan aktivitasnya

Aktivitas	Sumber
Anti-hipertensi melalui menghambat aktivitas ACE, dengan hasil meningkatnya dalam HDL	Pacific hake, sardin, salmon, tiram, kolagen tulang ikan, organ pencernaan bonito kering, FPH
Aktivitas antioksidan	<i>Alaska pollack</i> , teripang, Saithe, Round scad Mussel, Tuna gelatin, Hoki gelatin
Calcium-binding oligophosphopeptide	Tulang ikan dari hoki
Antifreeze proteins (cryostabilization)	FPH dari antarctic krill, salmon
Gastrin and CGRPs	Ikan kod Atlantik/Greenland, ikan sebelah, Sardin, limbah hasil perikanan
Aktivitas menghambat HIV-I protease	Tiram
Prolyl endopeptidase inhibition	Cod, Salmon, Trout
Defense system	Mackerel

Sumber: Venugopal, 2010

Manusia membutuhkan protein dari jaringan protein sebagai sumber nitrogen. Dalam setiap hari kita membutuhkan asupan 0,8 g/kg berat badan dalam setiap hari. Sedangkan, seorang atlet membutuhkan asupan protein 2 g/kg setiap berat badan. Sementara seorang wanita pada umur 19 – 70 tahun membutuhkan 46 g protein dalam setiap hari (Venugopal, 2010).

Selama proses pencernaan protein, banyak peptida yang diproduksi. Peptide berfungsi sebagai pembawa pesan biologi, menstimulasi respon fisiologi. Peptida didapatkan dari protein makanan yang berfungsi untuk menjaga kesehatan dan mencegah terjadinya penyakit jantung, syaraf, sistem kekebalan dan nutrisi disamping sebagai sumber energi dan asam amino (Venugopal, 2010). Menurut Larsen *et al.* 2011, sulit mengenali biaktif yang berasal dari protein dan peptida, karena banyak peptida yang melekat dan mengenkripsi protein dan diedarkan dan diserap selama proses pengolahan dan pencernaan makanan.

Senyawa protein pada organisme lautan terdiri dari rangkaian bioaktif peptida, yang dapat menunjukkan efek fisiologi dalam tubuh. Beberapa diantaranya diidentifikasi bermanfaat bagi kesehatan manusia dan dapat digunakan untuk mengurangi kemungkinan timbulnya penyakit jantung (Ngo *et al.*, 2011).

Peptida bioaktif biasanya terdiri dari 3-20 asam amino, dan aktivitas bioaktif peptida tersebut tergantung dari komposisi asam amino dan susunannya (Pihlanto-Leppala, 2001). Peptida dari organisme laut terdiri dari dari enzim terhidrolisa protein laut serta mempunyai beberapa fungsi fisiologis antara lain sebagai antioksidan (Kim *et al.*, 2007), anti koagulan (Rajapakse *et al.*, 2005) anti-hipertensi (Yokoyama, *et al.*, 1992), dan anti-bakteri (Liu *et al.*, 2008).

Biopeptida laut yang berfungsi sebagai antioksidan mempunyai potensi yang besar sebagai nutraceutical dan pangan fungsional.

Vitamin dan mineral

Hewan laut banyak mengandung vitamin dan mineral. Organisme lautan banyak mengandung vitamin A dan D. Selain banyak mengandung vitamin, organisme lautan juga kaya akan mineral. Mineral penting lebih banyak terdapat pada dari hewan laut bila dibandingkan dari organisme darat. Selain itu limbah hasil perikanan merupakan sumber mineral yang bagus karena kandungan mineral yang tinggi (Venugopal, 2010).

Vitamin A

Minyak ikan dari laut kaya akan vitamin A, D, dan E. Vitamin A banyak terdapat pada hati minyak ikan. sementara hati ikan Halibut dan Cod kaya akan vitamin A dan D. Ikan sardine mengandung 4500 IU vitamin A and up to 500 IU vitamin D tiap 100 g daging. Dengan rata-rata 125 µg/g ikan. Vitamin A banyak ditemukan dipseries ikan kecil (Venugopal, 2010).

Vitamin D

Salah satu sumber vitamin D dari organisme perairan adalah ikan salmon. Ikan salmon terdiri dari 25 % protein

dan 12% lemak. 3,5 oz daging mengandung 90% kebutuhan vitamin D. Selain itu ikan herring, mackerel, dan trout merupakan sumber vitamin D (Venugopal, 2010).

Kekurangan akan vitamin D berdampak pada osteophotosis, kelemahan jaringan, dan penurunan sistem kekebalan tubuh. Diet vitamin D dapat mencegah penyakit kanker usus. Selain itu, vitamin D juga dapat mengurangi resiko kanker pankreas dan kanker usus (Venugopal, 2010). Vitamin D juga bagus untuk mengurangi resiko penyakit jantung (Larsen *et al.*, 2011).

Mineral

Mineral merupakan senyawa organik yang tersimpan dalam makanan. Mineral dibagi menjadi beberapa senyawa antara lain mayor mineral dan trace elemen. Mayor mineral dalam tubuh manusia tersedia lebih dari 5 g termasuk diantaranya adalah Ca, F, K, S, Na, Cl, dan Mg. Dan banyak lagi trace mineral yang ada lama tubuh manusia. Jumlah mineral yang ada pada ikan seperti K, Ca, Mg dan P dan mikromineral seperti Se, F, I, Co, dan Mn secara keseluruhan mencapai 0.6–1.5% dari berat basah. Fe, Zn dan Se merupakan trace mineral yang kaya di ikan (Venugopal, 2010).

Kerang umumnya kaya akan mineral dua kali lebih banyak dibandingkan dengan ikan pada umumnya. Kerang kaya akan Zn, Fe, dan Cu. Sedangkan udang banyak mengandung Ca daripada ikan dan daging. Sementara ikan segar banyak mengandung Na. Na pada produk olahan dan produk ikan (beku, kaleng, asap, dan asin) pada umumnya tinggi berkisar antara 300 hingga 900 mg/100 g (Venugopal, 2010).

Selenium dan yodium

Pada umumnya beberapa mineral terkandung dalam jumlah yang besar di organisme laut dan ikan daripada hewan darat. Selenium dan yodium lebih banyak terkandung dalam ikan dibandingkan dengan hewan darat (Larsen *et al.*, 2011). Ikan umumnya tuna kaya akan selenium. Tetapi pada umumnya Selenium banyak terdapat pada produk kekerangan dari pada ikan. Sementara ikan laut dan kekerangan kaya akan yodium. Oysters kaya akan yodium diikuti dengan remis, lobster, udang, udang karang, dan ikan laut (Venugopal, 2010).

Konsumsi selenium dapat menghambat tumbuhnya kanker. Laporan American Institute of Cancer Research (AICR) menyatakan bahwa selenium dapat mencegah kanker kulit, dan kanker paru-paru. Keberadaan selenium dalam tubuh berdampak pada penyakit jantung dan syaraf (Larsen *et al.*, 2011).

Konsumsi yodium yang dianjurkan untuk orang dewasa adalah 150 µg/hari. Selama hamil ditambahkan sebanyak 25 µg/hari dan menyusui 50 µg/hari anjuran konsumsi yodium dianjurkan. Kekurangan yodium dapat menyebabkan fenomena kerusakan otak dan penurunan mental (Venugopal, 2010).

Kalsium

Ikan dikenal sebagai penghasil kalsium yang penting bagi tubuh untuk fungsi fisiologis tubuh. Ikan laut merupakan sumber kalsium, dengan variasi antara 6 - 120 mg/100 g tergantung dari spesies ikan. Kandungan Ca mungkin lebih rendah 15 mg di mackerel, 15-50 di ikan mayung, haddock dan tiram dan 100 mg pada ikan salmon, trout dan alaska pollack (Venugopal, 2010). Selain itu tulang ikan juga bermanfaat sebagai sumber kalsium (Kadam and Prabhasankar, 2010). Tulang ikan terdiri dari senyawa kalsium dan fosfor yang seimbang. Ikan-ikan kecil merupakan sumber kalsium yang bagus (Venugopal, 2010). Konsumsi ikan-ikan tersebut dapat bermanfaat bagi konsumen yang membutuhkan asupan kalsium.

Kalsium digunakan untuk membentuk dan menjaga kekuatan tulang. Kekurangan kalsium dapat menyebabkan penyakit mal nutrisi kalsium. Jika kalsium tidak tersedia dalam makanan, maka tubuh akan menggunakan kalsium dalam tulang (Venugopal, 2010).

Menurut Venugopal 2010, kandungan Ca dan P pada tulang ikan Cod dan Alaska Pollack lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan Ca pada hewan darat.

Tabel 7. Kebutuhan kalsium pada berbagai tingkatan umur manusia

Umur	Kebutuhan kalsium tiap hari (mg/hari)
Anak-anak	800–1200
Remaja	1200–1500
Dwasa	1000
Tua	1500

Sumber: Jung *et al.*, 2009

Karotenoid

Senyawa fungsional lain yang terdapat pada ikan dan organisme lautan adalah karotenoid. Karotenoid merupakan kelompok senyawa *fat-soluble* yang menyediakan warna merah dan oranye pada tanaman, alga, ikan dan *cyanobacteria*. Karotenoid di alam dibagi menjadi dua yaitu β -carotene and xanthophylls. Hewan perairan kaya akan karotenoid, khususnya warna merah-orange, astaxanthin. Umumnya sumber utama karotenoid pada ikan dan shellfish adalah didapat dari algae, yang merupakan sumber makanannya serta konsumsi fitoplankton. Karotenoid pada hewan perairan ditemukan pada udang, keiting, dan crayfish. Pada udang jumlah terbesar karotenoid adalah Astaxanthin dan mono- and diesters dan produk oksidansinya β -carotene. Sementara ikan salmon dan crustaceae mempunyai jumlah astaxanthin and canthaxanthin yang signifikan (Venugopal, 2010). Astaxanthin banyak ditemukan pada beberapa karotenoid yang terdapat pada red kelp crab, Taliepes nuttulli, snow crab Chinocets opilio, hermit crab, Paralithodes brevipes, dan bue crab (Sachindra *et al.*, 2005).

Fungsi karotenoid digunakan untuk antioksidan. Diet karotenoid bermanfaat bagi pencegahan penyakit diantaranya adalah penyakit kanker dan kerusakan mata. Astaxanthin bermanfaat untuk mengurangi penyakit jantung, antikanker, mencegah katarak, untuk meningkatkan sistem kekebalan. Astaxanthin digunakan untuk mereduksi stres

pada tikus. Efek ini dapat digunakan untuk menghambat stress sebagai akibat reaksi peroksidasi pada tubuh manusia. Astasantin bersama-sama dengan Catasantin digunakan sebagai sumber pigmen pada kuning telur dan kulit kuning pada kulit bebek (Venugopal, 2010).

Ngo *et al.* (2011), menambahkan bahwa karotenoid bermanfaat untuk kesehatan dalam mencegah penyakit pada manusia antara lain jantung, kanker dan penyakit kronis. Menurut Kadam and Prabhasankar (2010), astasantin sangat potensial sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidannya lebih tinggi dibandingkan dengan jenis antioksidan yang lain antara lain vitamin E dan β -karoten. Fungsi astasanthin antara lain sebagai respon kekebalan tubuh, fungsi hati dan mata, tulang sendi, postat, dan penyakit jantung.

Taurin

Ikan merupakan sumber taurin yang potensial. Molekul taurin terdiri dari kelompok asam sulfonat, daripada carboxylic acid moiety. Taurin merupakan asam amino bebas yang banyak terdapat pada tulang, jaringan jantung dan otak. Taurin banyak ditemukan di ikan jenis cod, mackerel, salmon hasil budidaya dan liar, tuna albakor, ikan pari, hiu, whiting dan beberapa jenis ikan lainnya. Taurin banyak dimanfaatkan untuk mereduksi tekanan darah, meningkatkan kesehatan jantung, dan mereduksi kolesterol dalam darah (Kadam and Prabhasankar, 2010).

Diet taurin dihubungkan dengan pencegahan terhadap penyakit kardiovaskuler, diabetes, dan tekanan darah tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa taurin dapat mengurangi tingkat trigliserida dalam darah dan indeks aterogenik (Larsen *et al.*, 2011)

APLIKASI DALAM PANGAN

Senyawa-senyawa fungsional yang terdapat pada ikan di atas telah banyak diaplikasikan dalam pangan, baik makanan maupun minuman. Meningkatnya kesadaran konsumen terhadap kesehatan, membuat mereka mulai mengonsumsi pangan fungsional. Pangan fungsional tersebut sebagian diantaranya memanfaatkan senyawa fungsional dari ikan dan hewan laut lainnya.

n-3 LC PUFA sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Keberadaannya dalam ikan dan minyak ikan telah digunakan sebagai bahan pangan fungsional. Misalnya minyak ikan dapat digunakan sebagai ingredient pangan fungsional karena memberikan efek untuk mencegah timbulnya penyakit kardiovaskuler. Saat ini minyak ikan yang mengandung n-3 LC PUFA difortifikasikan dalam berbagai produk antara lain margarin, produk susu, sosis, daging and french onion dip, bread, mayonnaise, salad, es krim, susu dan susu formula (de Roos, 2004; Jacobsen, 2004).

Omega-3 juga dimanfaatkan dalam pembuatan telur ayam yang kaya akan omega-3, produk hewani kaya omega-3 antara lain susu lemak, dan telur bebek. Pengkayaan tersebut dilakukan dengan cara mencampurkan omega-3 pada pakan hewan dan tepung ikan. Alternatif pengkayaan tersebut dapat digunakan untuk menambah asupan omega-

3 pada konsumen yang tidak menyukai ikan laut (de Roos, 2004; Jacobsen, 2004).

Rasio konsumsi ω -3 dan ω -6 adalah 0.2. Beberapa senyawa fungsional ω -3 LC PUFA telah dimanfaatkan pada beberapa produk pangan (Tabel 8 dan 9).

Tabel 8. Contoh beberapa produk komersial tepung Fish Oil (FO) dan senyawa utama penyusunnya

Produk pangan	Nama merk	DHA/EPA dan dosis
Minuman	Great Circles, USA Ultrabalance, USA	DHA/EPA
Produk roti	Irish Pride, Ireland FO British Bakeries, U.K. FO Allied Foods, NZ FO Wegman's Food Markets, USA Coles high Top bread, Australia AP Foods omega-3 bread, Australia	(EPA/DHA) (EPA/DHA) (EPA/DHA) Asam lemak OMEGA-3 37 mg/2 potong 200 mg/35g penyajian
Kapsul FO	Most brands, Australia MEG-3TM Ocean Nutrition, USA	300 mg/kapsul Tepung enkapsulasi omega-3
Spread	MD Foods, U.K. FO Golden Vale, Ireland FO	(EPA/DHA) (EPA/DHA)
Berbagai jenis makanan	NovomegaTM National Starch Association (USA) and Omega Protein (USA)	EPA/DHA
Susu formula	Mead Johnson Nutritionals, USA	DHA, ARA, dan asam lemak omega-6
Roti whelheit	Arnold Food, Co., USA	DHA/EPA
Margarin "Blue Band Idee"!	Unilever, Netherlands	DHA, ALA, dan vitamin B
Susu	St Ivel's Advance milk, U.K. Farmer's bestmilk, Australia Brown's (Heart Plus) milk, Australia	Asam lemak Omega-3 21.2 mg/250 ml 150 mg/250 ml
Yogurt	Woodstock Water Buffalo Co., VT	100 mg EPA dan DHA dalam 170 g penyajian
Jus jeruk	Oh Mega J, Canada Shwartz Sparky Ornage, UK	Asam lemak Omega-3
Telur	Omega-3 enriched eggs, Gray RidgeR egg farms	Omega-3 0.4 g/telur; DHA 0.085 g/telur
Susu	Omega-3 enriched milk Neilson DairyR Oh	Omega-3: 0.02 mg/gelas (dicampurkan) DHA: 0.02 mg/gelas (dicampurkan)

Sumber: Swanson dan Evenson, 2001 dalam Venugopal, 2010; Young and Conquer, 2009.

Tabel 9. Senyawa fungsional dari ikan yang dimanfaatkan dalam roti dan pasta

Jenis senyawa	Diterapkan pada	Referensi
Minyak tuna mikroenkapsulasi (MTM)	Roti	Yep <i>et al.</i> (2002)
Konsentrat minyak ikan	Roti	Saldeen <i>et al.</i> (1998)
Minyak ikan	Roti	Liu <i>et al.</i> (2001)
n-3 PUFA	Roti	Neilsen (1992)
DHA	Biskuit, kerupuk	Harrison <i>et al.</i> (2004)
Enkapsulasi Minyak ikan	Spaghetti	Iafelice <i>et al.</i> (2008)
1.2% encapsulated fish oil	Spaghetti	Verardo <i>et al.</i> (2009)
Surimi	Pasta	Huang and Resurreccion (1988)

Sumber: Kadam dan Parbasankar, 2010

Tabel 10. Jenis sifat fungsional dari struktur protein ikan

Sifat fungsional	Cara aksi	Produk
Daya larut protein	Solvasi	Dispersion, sup
Penyerapan dan pengikatan air	Menangkap air melalui pengikatan hidrogen	Surimi, produk berbasis surimi, sosis, bakso ikan
Viskositas	Mengentalkan	Kuah, sup
Gelasi Protein	Formasi matrik	Surimi, produk berbasis surimi, sosis, pastel
Kohesi – adesi	Adesi	Surimi, produk berbasis surimi, sosis
Elastisitas	Ikatan disulfida	Surimi, produk berbasis surimi, sosis,
Emulsifier	Susunan emulsi lemak	Sosis, bakso ikan, sup
Pengikat lemak	Ikatan dan penangkapan hidrofilik	Sosis, bakso ikan
Pengikat rasa	Penyerapan, penangkapan, penyebaran	Analaog seafood
Busa	Penangkapan udara dan frormasi lapisan tipis	FPH, preparasi pembuatan produk

Sumber: Venugopal, (2010)

Selain ω -3 PUFA, sifat fungsional protein dari ikan telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai produk pangan (Tabel 10.). Senyawa bioaktif peptida dari ikan juga banyak dimanfaatkan dalam berbagai produk pangan. Aktivitas antibakteri dari senyawa peptida telah banyak dimanfaatkan untuk mengurangi bakteri patogen pada makanan dan meningkatkan shelf-life produk pangan. Selain itu, antibakteri dari peptida ikan digunakan untuk mencegah tumbuhnya spora bakteri *Clostridium botulinum* pada produk keju. Selain itu, peptida dari organisme lautan tersebut digunakan pada daging yang dimasak untuk menghambat *Listeria monocytogenes* (Venugopal, 2010).

Tabel 11. Senyawa fungsional dari ikan pemanfaatannya dalam pangan

Senyawa Fungsional	Sumber	Pemanfaatan dalam pangan
n-3 PUFA	Ikan salmon, halibut, cod, herring, capelin, minyak ikan	Susu, yogurt, jus, pasta dan roti, kerupuk, tepung, spaghetti
Karotenoid	Astaxanthin	Suplemen makanan
Kalsium	Kalsium	Kue
Taurine	Ikan Cod dan mackerel	
Selenium & Iodine	Ikan dan organisme laut	Garam
Vitamin D	Minyak ikan	Jus buah, susu, margarine,
Peptida	Uang, ikan, kerang	Saus tiram

Sumber: Kadam & Prabhasankar, 2010; Larsen *et al.*, 2011; Shahidi, 2009; <http://ods.od.nih.gov>; Ngo *et al.*, 2011; Olaizola, 2009.

Namun dalam penerapannya terdapat beberapa hambatan pemanfaatan peptida dari ikan dan organisme laut pada ikan yaitu rasanya yang pahit (Ngo *et al.*, 2011). Dalam penelitiannya Shahidi *et al.* (1995), telah melakukan treatment terhadap *fish protein hydrolysate* (FPH) dengan karbon aktif untuk menghilangkan rasa pahit peptida. Rasa pahit pada peptida disebabkan oleh formasi peptida yang mempunyai berat molekul rendah yang terdiri dari 2–23 asam amino dengan berat molekul antara 500–3000 Da, yang dominan terdiri dari composed asama amino hidrofobik (Venugopal, 2010).

Bioaktif peptida dari ikan berperan penting dalam pengembangan rasa produk pangan yang kaya akan protein. FPH telah diterapkan dalam produk pangan antara lain kecap, keju, dan produk fermentasi atau produk olahan daging. Peptida, Glu-Asp-Glu, Asp-Glu-Ser, and Ser-Glu-Glu telah ditemukan dalam FPH yang mempunyai sifat seperti asam glutamat (Venugopal, 2010).

Mineral yang terkandung pada ikan telah banyak dimanfaatkan dalam produk pangan diantaranya Ca. Ca banyak terkandung dalam tepung tulang ikan. Tepung tulang ikan dapat dimanfaatkan untuk fortifikasi produk surimi (Kadam and Prabashankar, 2010). Tepung tulang ikan yang mengandung Ca digunakan untuk suplemen. Selain itu juga digunakan dalam kue, beverages, susu, dan sereal dalam bentuk kalsium karbonat (Venugopal, 2010).

KESIMPULAN

Ikan mengandung senyawa fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan. Senyawa fungsional dari ikan telah banyak dimanfaatkan pada produk pangan fungsional termasuk makanan dan minuman. Selain itu, juga dimanfaatkan dalam produksi budidaya ikan dan pemeliharaan hewan ternak untuk meningkatkan sifat fungsional produknya. Beberapa tahun mendatang, pemanfaatan senyawa fungsional dari ikan pada produk pangan akan semakin meningkat menyusul peluang pasar pangan fungsional menjanjikan di tahun-tahun mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Olaizola, M. 2009. The production and health benefits of astaxanthin. *In: Marine Nutraceuticals and Functional Foods* Edited by: Barrow, C. and Shahidi, F. CRC Press. Pp. 322-345
- De-Roos, N. M. 2004. The potential and limits of functional foods in preventing cardiovascular disease. *In: Functional foods, cardiovascular disease and diabetes*. Edited by: A. Arnoldi. 2004. CRC Press. Boca Raton. Pp. 1-9
- Horrocks, L. A. and Yeo, Y. K. 1999. Health Benefits of Docosahexaenoic Acid (DHA). *Pharmacol. Res.*, 40, 211-225.
- <http://ods.od.nih.gov>. akses: 9 september 2011.
- Jacobsen, C. 2004. Developing polyunsaturated fatty acids as functional ingredients. *In: Functional foods, cardiovascular disease and diabetes*. Edited by: A. Arnoldi. 2004. CRC Press. Boca Raton. Pp. 308 – 322.
- Jung, W-K, Shahidi, F., and Kim, Se-Kwon. 2009. Calcium from Fish Bone and Other Marine Resources. *In: Marine nutraceutical and Functional Foods* Edited by: Barrow and Shahidi. CRC Press. Pp. 419-430.
- Kadam, S.U dan Prabhasankar, P. 2010. Marine food as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International* 43. Pp: 1975 – 1980.
- Sijtsma, L. 2004. Marine micro-organisms as new sources of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). *In: Functional foods, cardiovascular disease and diabetes*. Edited by: A. Arnoldi. 2004. CRC Press. Boca Raton.
- Larsen, R, Eilersten, K.E., and Elvevoll, E.O. 2011. Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnology Advances* 29: pp: 508-518.
- Murphy, M. G. (1990), Dietary fatty acids and membrane protein function. *The journal of Nutrition Biochemical*, 1, 68-79.
- Ngo, D.H., Wijesekara, I., Vo, T.S., Ta, Q.V., Kim, S.K. 2011. Marine food-derived functional ingredients as potential antioxidants in the food industry: an overview, *Food Research International*.
- Patel, JV, Tracey I, Hughes EA and Lip GY. 2010. Omega-3 polyunsaturated acids and cardiovascular disease:

- Notable ethnic of differences or unfulfilled promise?. *Journal Thromb Haemost* 8:2095 – 2104.
- Pigott, G. M. and Tucker, B. W. 1987. Science opens new horizons for marine lipids in human nutrition. *Food Review International*, 3, 105-108.
- Rosell M, Wesley AM, Rydin K, Klareskog L, and Alfredsson L. 2009. Dietary fish and fish oil and the risk of rheumatoid arthritis. *Epidemiology* 20: 896-901.
- Sachindra, N. M., Bhaskar, N., & Mahendrakar, N. S. 2005. Karotenoids in crabs from marine and fresh waters of India. *LWT- Food Science and Technology*, 38, 221–225.
- Shahidi, F. 2009. Nutraceutical and Functional Foods: whole versus processed foods. *Trends in Food Science and Technology*. 20: 376-387.
- Shahidi, F. 2009. Omega-3 Oils: Sources, applications, and health effects. In: *Marine Nutraceuticals and Functional Foods* Edited by: Barrow, C. and Shahidi, F. CRC Press. Pp. 23 – 62.
- Shapiro, H. 2003. Could n-3 polyunsaturated fatty acids reduce pathological pain by direct actions on the nervous system?. *Prostaglandins Leukot Essent fatty Acids*, 68, 219-224.
- Simopoulos, A. P. 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 21, 495-505.
- Socol, M.C.H. and Oetterer, M. 2003. Seafood as Functional Foods. *Brazilian Archives of Biology and Technology. An International Journal*. 46:443-454.
- Szymanski KM, Wheeler DC, and Mucci LA. 2010. Fish consumption and prostate cancer risk: a review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 92: 1223-1233.
- Young, G. and Conquer, J. 2009. Omega-3s and their impact on brain health. In: *Marine nutraceutical and Functional Foods* Edited by: Barrow and Shahidi. CRC Press. Pp. 63-92.